

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**E. A. P. DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**Determinación de plomo en suelos debido a la  
contaminación por fábricas aledañas al Asentamiento  
Humano cultura y progreso del distrito de Ñaña -  
Chaclacayo**

**TESIS**

para optar el título profesional de Químico Farmacéutico

**AUTORES**

Cristian Felipe Oriundo Guarda

Jhon Tibor Robles Gomero

**ASESORES**

Jesús Víctor Lizano Gutiérrez

Américo Jorge Castro Luna

**Lima – Perú**

**2009**

# INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>2</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>II.- GENERALIDADES:</b>	<b>5</b>
<b>2.1 PLOMO</b>	<b>5</b>
2.1.1 Características Físico-Químicas	5
2.1.2 Usos Industriales	5
2.1.3 Plomo y Situación Actual	6
<b>2.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE PLOMO</b>	<b>7</b>
2.2.1 Fuentes Naturales	7
2.2.2 Fuentes Antropogénicas	8
2.2.3 Fuentes de Contaminación en el Ambiente Ocupacional	9
<b>2.3 FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>9</b>
2.3.1 Urbano	9
2.3.2 Aire	10
2.3.3 Agua	11
2.3.4 Suelo	11
2.3.5 Alimentos	12
<b>2.4 TOXICOCINÉTICA</b>	<b>13</b>
2.4.1 Absorción	13
2.4.2 Distribución y Depósito	13
2.4.3 Excreción	14
<b>2.5 FISIOPATOLOGIA DE LA INTOXICACIÓN POR PLOMO</b>	<b>15</b>
2.5.1 Mecanismo de Acción y Efectos Biológicos del Plomo	15
2.5.1.1 Efectos en el Tubo Digestivo	15
2.5.1.2 Efectos Neuromusculares	15
2.5.1.3 Efectos en el Sistema Nervioso Central	15
2.5.1.4 Efectos en las Vías Renales	16
2.5.1.5 Efectos Hematológicos	16

<b>2.6 MANIFESTACIONES CLÍNICAS</b>	<b>17</b>
<b>2.7 PLOMO EN SUELOS</b>	<b>18</b>
<b>2.8 POBLACIÓN EN RIESGO</b>	<b>19</b>
<b>III.- PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>20</b>
<b>3.1 TOMA DE MUESTRAS</b>	<b>20</b>
3.1.1 Selección de Muestras de Suelo	20
3.1.2 Materiales	22
3.1.3 Método Operatorio	22
3.1.4 Conservación	22
<b>3.2 CUANTIFICACIÓN</b>	<b>22</b>
3.2.1 Materiales, Equipos y Reactivos	22
3.2.2 Método Operatorio	23
3.2.3 Lectura de las Muestras	24
3.2.4 Fundamento	24
3.2.5 Curva de Calibración	24
3.2.6 Diagrama de Flujo	26
<b>IV.- RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>V.- DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES</b>	<b>36</b>
<b>VII.- RECOMENDACIONES</b>	<b>37</b>
<b>VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>38</b>

<b>1. Índice de Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla N° 1     Estimación de la emisión antropogénica de plomo hacia el suelo	<b>8</b>
Tabla N° 2     Análisis de Muestras Tomadas del Techo de las Viviendas	<b>29</b>
Tabla N° 3     Análisis de las Muestras Tomadas a las Fachadas de las Viviendas	<b>30</b>
Tabla N° 4     Análisis de las Medias de las Muestras Tomadas a los Techos y Fachadas de las Viviendas	<b>31</b>
Tabla N° 5     Análisis de las Desviación Estándar de las Muestras Tomadas a los Techos y Fachadas de las Viviendas	<b>32</b>
Tabla N° 6     Resultados de los Análisis de las Medias y la Desviación Estándar de las muestras tomadas de los Techos y Fachadas de las Viviendas	<b>33</b>

## **2. Índice de Gráficos**

Gráfico N° 1	Fuentes de Contaminación en el Ambiente Ocupacional	<b>9</b>
Gráfico N° 2	Modelo de distribución del Plomo	<b>14</b>
Gráfico N° 3	Síntesis del Hem y sus alteraciones debidas al Plomo	<b>16</b>
Gráfico N° 4	Manifestaciones de la Intoxicación por Plomo según concentración Sanguínea	<b>18</b>
Gráfico N° 5	Curva de Calibración del Plomo	<b>25</b>
Gráfico N° 6	Resultados de los Análisis de las Muestras Tomadas de los Techos de las Viviendas	<b>29</b>
Gráfico N° 7	Resultado de los Análisis de las Muestras Tomadas de las Fachadas de las Viviendas	<b>30</b>
Gráfico N° 8	Media de las Fachadas de las cuadras 1, 2 y 3	<b>31</b>
Gráfico N° 9	Media de los Techos de las cuadras 1, 2 y 3	<b>31</b>
Gráfico N° 10	Desviación Estándar de las Fachadas de las cuadras 1, 2 y 3	<b>32</b>
Gráfico N° 11	Desviación Estándar de los Techos de las cuadras 1, 2 y 3	<b>32</b>
Gráfico N° 12	Cuadro Comparativo de las Medias Totales y Desviaciones Estándar Totales de los Techos y Fachadas	<b>33</b>

## **3. Índice de Figuras**

Figura N° 1	Fuentes de Exposición al Plomo para Niños y Fetos	<b>10</b>
Figura N° 2	Mapa del Asentamiento Humano Cultura y Progreso. Distrito de Ñaña-Chaclacayo. Puntos de Muestreo	<b>21</b>

## RESUMEN

El Plomo es un metal distribuido en el medio ambiente, cuyo valor guía para la OMS es de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La contaminación ambiental procede principalmente del tetraetilo de plomo de la gasolina, el cual es parte de su composición, y de las diversas emisiones de procesos industriales donde intervienen compuestos de plomo como por ejemplo la combustión de carburantes fósiles, como el carbón. (1)

En el presente trabajo de investigación se determinó la concentración del Plomo en los suelos y techos de 21 viviendas del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña – Chaclacayo durante el mes de Febrero del 2006.

La metodología de muestreo usada fue la recomendada por la EPA (Environmental Protection Agency) y la de cuantificación de plomo por medio de la Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito.

Existe una relación directa entre la concentración de plomo en suelos de las casas muestreadas y la distancia con las fábricas cercanas. Se tomaron muestras de las 3 cuadras contiguas a las fábricas; así, la cuadra más cercana a las fábricas presentó un mayor valor de concentración de Plomo y la cuadra más alejada presentó un menor valor de concentración de Plomo respecto a las otras 2.

Los resultados obtenidos indican que el 90.24 % de las muestras analizadas excedieron el valor límite permisible establecido por la OMS que es de 25 mg/Kg de plomo en suelo.

Por esta razón se recomienda realizar monitoreos periódicos para controlar su emisión y toxicidad en todo el medio ambiente.

**Palabras claves:** Plomo, contaminación ambiental, suelos, Espectrofotometría de Absorción Atómica.

## SUMMARY

Lead is a metal distributed in the environment. The environment pollution comes from mainly of tetraethyl lead from gasoline and of the diverse emissions of industrial processes where to take part compounds of lead.

In this present job of investigation it was determinates the polluted concentration of lead in soils of 21 houses from the Human Settlement Cultura y Progreso in the district of Ñaña - Chaclacayo during the month of February of 2006.

The sampling method used was the recommended by EPA (Environmental Protection Agency) and the methodology for the analysis of the samples was the Spectrophotometry of Atomic Absorption of graphite Furnace.

It exists a direct relation between the lead concentration in soil and roof of the houses and distance with the nearby factories; samples were taken in 3 blocks near to some factories, the block more nearly to the factories presented a higher vakue of lead concentration and the block farthest presented a lower value of lead concentration respect to the others 2.

The results obtained indicate that 90.24% of the samples analyzed exceed the limit value established for the W.H.O. which is 25 mg/Kg in soil.

For this reason is recommended to do periodical monitoring of lead contamination in soils for controlling its emption and toxicity in the environment

**Key words:** Lead, environment pollution, soil, Spectrophotometry of Atomic Absorption of graphite Furnace.

## **I. INTRODUCCION**

Debido a la globalización, el desarrollo industrial y tecnológico la población mundial se ha visto afectada por un aumento en la contaminación ambiental y con ello el deterioro de la capa de ozono. La causa importante de este hecho es el aumento de la concentración de Plomo y derivados en el ambiente, como consecuencia de diversas actividades antrópicas, tales como: plomo metálico en la fundición, la minería, la fabricación de pintura, la combustión de gasolina, el reciclaje de baterías, entre otros.

Así mismo este metal ocasiona un grave daño a la salud humana cuando es absorbido y es de alto riesgo cuando su contenido en sangre supera los niveles permitidos por la OMS que debe ser tan bajo como 10 µg/dL en niños; generalmente el plomo es absorbido por el cuerpo humano por vía respiratoria y digestiva y son los niños menores de 7 años los más propensos a intoxicarse y a adquirir lesiones irreversibles generalmente a nivel del Sistema Nervioso Central.

Actualmente en Lima contamos con las instalaciones de diversas empresas que décadas atrás se ubicaron en distritos con escasa población alrededor, pero que ahora es numerosa, entre ellas tenemos a las fábricas que se encuentran al margen izquierdo del río Rímac en el distrito de Ñaña – Chaclacayo, que emanan humos contaminantes que se diluyen con el aire que respiran los pobladores; así mismo son las responsables de la presencia de elevados niveles de Plomo en los suelos y en la vegetación de los alrededores que tienen influencia en la salud humana y animal.

El plomo depositado en el suelo presenta el mismo peligro, puesto que la distribución química del plomo depende del pH, de la mineralogía, del contenido en materia orgánica así como de la naturaleza de los compuestos de plomo. Por lo tanto, el empleo de técnicas de extracción química puede considerarse una herramienta adecuada para evaluar el peligro potencial de contaminación por este metal.

El objetivo del presente Trabajo de Investigación consiste en la determinación de Plomo en suelos y techos de casas próximas a fábricas en el distrito de Ñaña – Chaclacayo.

### **1. Objetivo General**

- Determinar los niveles de plomo en suelos y techos de las casas del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña-Chaclacayo, dentro de un radio de 3 cuadras, debido a las fábricas circundantes.

## **2. Objetivos específicos**

- Determinar la presencia de plomo en las muestras de suelo.
- Determinar la presencia de plomo en las muestras de polvo de los techos.
- Evaluar la concentración de plomo de acuerdo a la distancia a las fábricas contaminadoras.
- Determinar la concentración de plomo en los suelos y techos expuestos a la contaminación por las fábricas aledañas, y si las concentraciones se encuentran dentro de los niveles permitidos según la OMS, cuyo valor límite permisible es de 25 mg/Kg.
- Evaluar si la población, tiene o no conocimiento de los efectos tóxicos ambientales ocasionados por el plomo.



## **II. GENERALIDADES:**

### **2.1 PLOMO (13)**

#### **2.1.1 Características físico-químicas**

El plomo (Pb) es un metal pesado de color blanco azulado, con tendencia al gris plateado, de alta densidad ( $11.35 \text{ g/cm}^3$ ). En estado puro es blando y maleable, poco dúctil y mal conductor de la electricidad. Como muchos metales, en ambientes húmedos se recubre de una capa de óxido. Su número atómico es 207.2, su punto de fusión es  $327.4^\circ\text{C}$  y el de ebullición es  $1\,740^\circ\text{C}$ . (4,22)

El plomo es insoluble en agua, resistente a la acción del ácido sulfúrico. Se disuelve lentamente en soluciones de agua acidificada con ácidos débiles. Es soluble en agua acidificada con ácido nítrico. Soluble en ácido nítrico y en soluciones del mismo ácido, dando lugar a sales solubles. Produce humos (vapores) metálicos a partir de  $500^\circ\text{C}$ , estos humos son tóxicos y penetran a los alvéolos. (9)

El mineral más común es el sulfuro (la galena), los otros minerales de importancia comercial son el carbonato (cerusita) y el sulfato (anglesita) que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener poco plomo (alrededor del 3 %), pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10 %. Los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40 % o más antes de fundirse. (22)

#### **2.1.2 Usos Industriales**

La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de conductores eléctricos internos. El 40 % se usa en forma metálica, el 25 % en aleaciones y el 35 % en compuestos químicos. (22,9)

El uso del plomo en pigmentos ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. El pigmento que se utiliza más, en que interviene este elemento, es el blanco de plomo  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ; otros pigmentos importantes son el sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo. (4,22)

Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El Azuro de plomo,  $Pb(N_3)_2$ , es el detonador estándar para los explosivos. Los Arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario. (4,22)

Asimismo, una mezcla calcinada de Zirconato de plomo y de Titanato de plomo, conocida como PZT, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico. (22)

### **2.1.3 Plomo y situación Actual**

Aunque la toxicidad del Plomo es bien conocida, el Plomo puede ser un mineral vestigio esencial. Con los años, el reconocimiento de la naturaleza grave de la intoxicación por Plomo en niños ha hecho que la OMS y la Food and Drug Administration (F.D.A.) ajusten la ingestión total tolerable recomendable de plomo provenientes de todas las fuentes hasta el límite de 6 a 18  $\mu\text{g}/\text{día}$  como límite tolerable para la ingestión de plomo en un niño de 10 años. (14)

El Perú es el primer productor de plomo en América Latina y cuarto a nivel mundial. (10)

Es un metal pesado, no biodegradable y altamente tóxico que contamina todo el ambiente, pero en especial los centros urbanos. (16)

A nivel mundial se ha incrementado 2000 veces las emisiones atmosféricas de plomo en relación a la época romana y sus antecesores, donde el plomo ya se extraía de las minas. Consecuentemente, tenemos cargas corporales totales de 100 a 1000 veces con respecto a las que tuvieron nuestros ancestros precolombinos. (16)

El impacto económico de manejar el plomo como un problema de salud pública es mayor de lo que el mundo puede sobrellevar. Existen repercusiones políticas y consideraciones humanas inherentes en cualquier intento para controlar el uso del plomo; por lo tanto el plomo es y seguirá siendo un serio problema para la salud pública aunque se tomen las medidas extremas para controlar su uso en general. (16)

En la actualidad el plomo se extrae en cantidades siempre en aumento siendo Australia y EUA los líderes mundiales en la producción de plomo; Rusia, China, Canadá y Perú

son grandes mineros del plomo en su estado natural. (16)

La actual producción de plomo es cerca de 3.4 millones de toneladas métricas por año y la liberación actual al ambiente es de cerca de 1.6 millones de toneladas métricas por año; por lo tanto cerca de los 300 millones de toneladas métricas del plomo que se ha extraído de la tierra, se ha liberado como contaminación y está disponible para exposición humana. (16)

## **2.2 FUENTES DE CONTAMINACION DE PLOMO**

El plomo en su forma natural tiene poca importancia como fuente de contaminación ambiental. Al contrario, con el crecimiento de las actividades industriales, las fuentes contaminantes del medio con éste y otros metales han aumentado considerablemente.(3)

El más alto nivel de exposición ocurre principalmente entre la gente que trabaja en fundiciones de plomo. Los procesos implicados en el refinamiento llevan como resultado la generación de humos del metal y la deposición del polvo de óxido de plomo en el ambiente ocupacional de los trabajadores. (5)

### **2.2.1 Fuentes Naturales**

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en un promedio de 16 mg/kg. (8)

Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena ( $\text{PbS}$ ), la cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ) y la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ). El metal se produce primariamente por fundición del mineral. (8)

Los principales yacimientos de plomo se encuentran en Australia, Canadá, Estados Unidos de América y la Ex Unión Soviética. En América Latina los más importantes productores son: Perú y México. (8)

La tendencia al incremento en la producción y al consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de daños en la salud de la población. (8)

El aire, el agua y los suelos son depósitos naturales de plomo. La presencia de plomo natural en éstos se debe a la erosión de los suelos y a la actividad volcánica y son lavados en arroyos y a la larga se depositan con los sedimentos en los ríos, lagos y océanos. (8)

Otra fuente importante de plomo en la atmósfera, es el plomo depositado de las expulsiones de la lava meteórica, todas estas cantidades de plomo se consideran como fuentes naturales de este metal ya que no interviene intencionalmente la mano directa o indirecta del hombre. (28)

### 2.2.2 Fuentes Antropogénicas

Después de las actividades de minería, la principal fuente antropogénica de plomo es la industrial. (21)

#### Comportamiento del Plomo en el Suelo

- Al aumentar la materia orgánica y coloides inorgánicos, aumenta la interacción con el suelo.
- Al disminuir el pH disminuye la interacción con el suelo.
- Al disminuir la interacción con el suelo aumenta la solubilidad del plomo y puede contaminar acuíferos.

Ver la tabla N° 1.

#### Comportamiento del plomo en el agua

- La solubilidad del plomo depende del tipo de compuesto. Carbonatos, fosfatos y sulfatos son de baja solubilidad. Acetatos y nitratos son más solubles.
- Los compuestos insolubles del plomo pueden adherirse a las partículas suspendidas y a los sedimentos.
- Al disminuir el pH disminuye la interacción con los sedimentos y aumentaría la presencia de plomo en el agua.

**Tabla N° 1**  
**Estimación de la emisión antropogénica de plomo hacia el suelo (29)**

FUENTE	EMISIÓN MÁXIMA ( toneladas / año )
Residuos orgánicos	1 600
Fertilizantes	2 300
Lodos residuales	9 700
Residuos sólidos	11 000
Residuos animales	20 000
Residuos agrícolas	27 000
Cenizas de carbón	242 000
Precipitación atmosférica	263 000
Residuos comerciales	390 000
Residuos mineros	390 000
Residuos metalúrgicos	390 000

Tomado de: Evaluación del riesgo por la exposición a Plomo.

Barriga, F., Corey G. 1999.

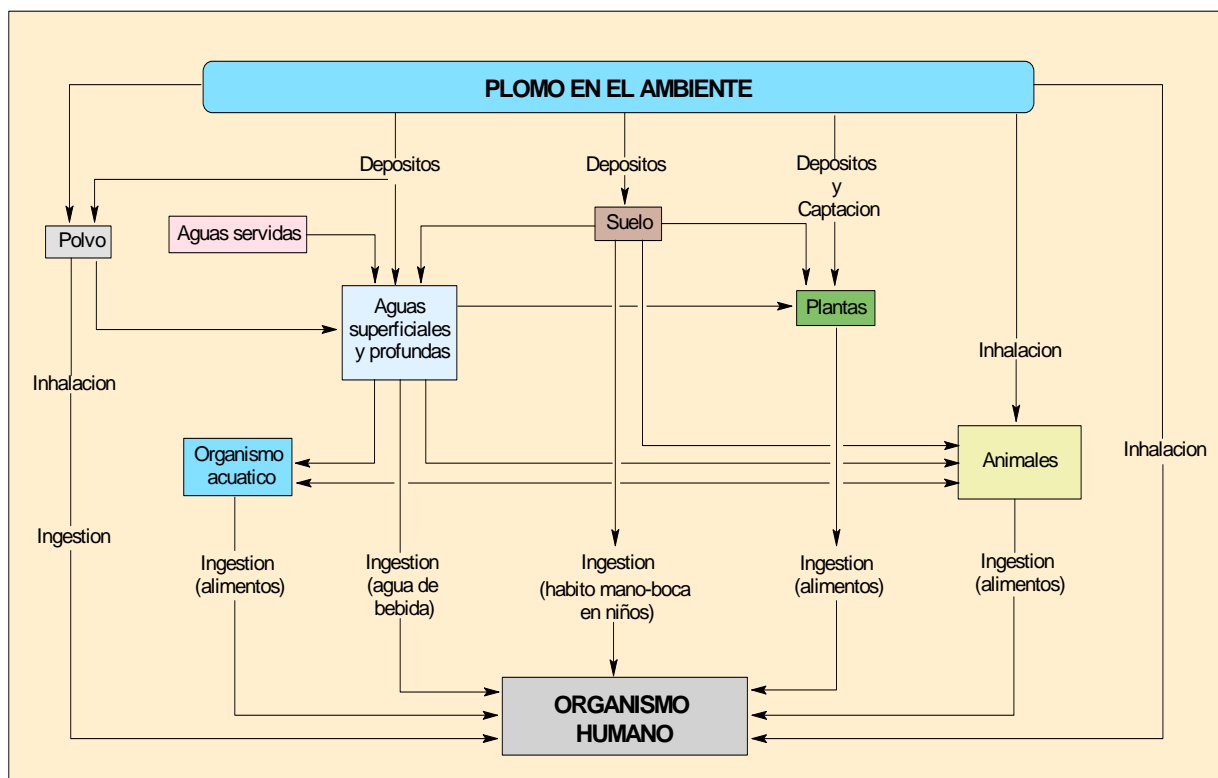
### 2.2.3 Fuentes de Contaminación en el Ambiente Ocupacional (Ver el Gráfico N° 1)

Los individuos que están expuestos ocupacionalmente, también son además responsables de la contaminación del ambiente general, porque a través del plomo presente en sus ropas contaminan sus hogares, afectando principalmente a los niños. (8)

Es importante señalar que el plomo presente en el aire se deposita en los suelos. (8)

El plomo está presente en diversas actividades industriales ya sea como componente de la materia prima, como en el caso de las industrias de baterías, antidetonantes para gasolina, municiones y pigmentos para pintura o como parte de los subproductos del proceso, como es el caso de la imprenta y de soldadura. (8)

Gráfico N° 1



Tomado de: Gisbert Calabuig Juan A. 2001 Medicina Legal y Toxicología.

Quinta Edición. Masson Editores. S.A. Barcelona

## 2.3 FUENTES DE CONTAMINACION EN EL MEDIO AMBIENTE

### 2.3.1 Urbano

Las principales fuentes antropogénicas que contaminan el ambiente urbano son: la combustión de la gasolina, que contiene aditivos de plomo. (8,6)

La emisión hacia el aire de plomo o derivados se distribuye, transporta e integra en el aire, agua, suelos y alimentos. (8) Ver la Figura N° 1.

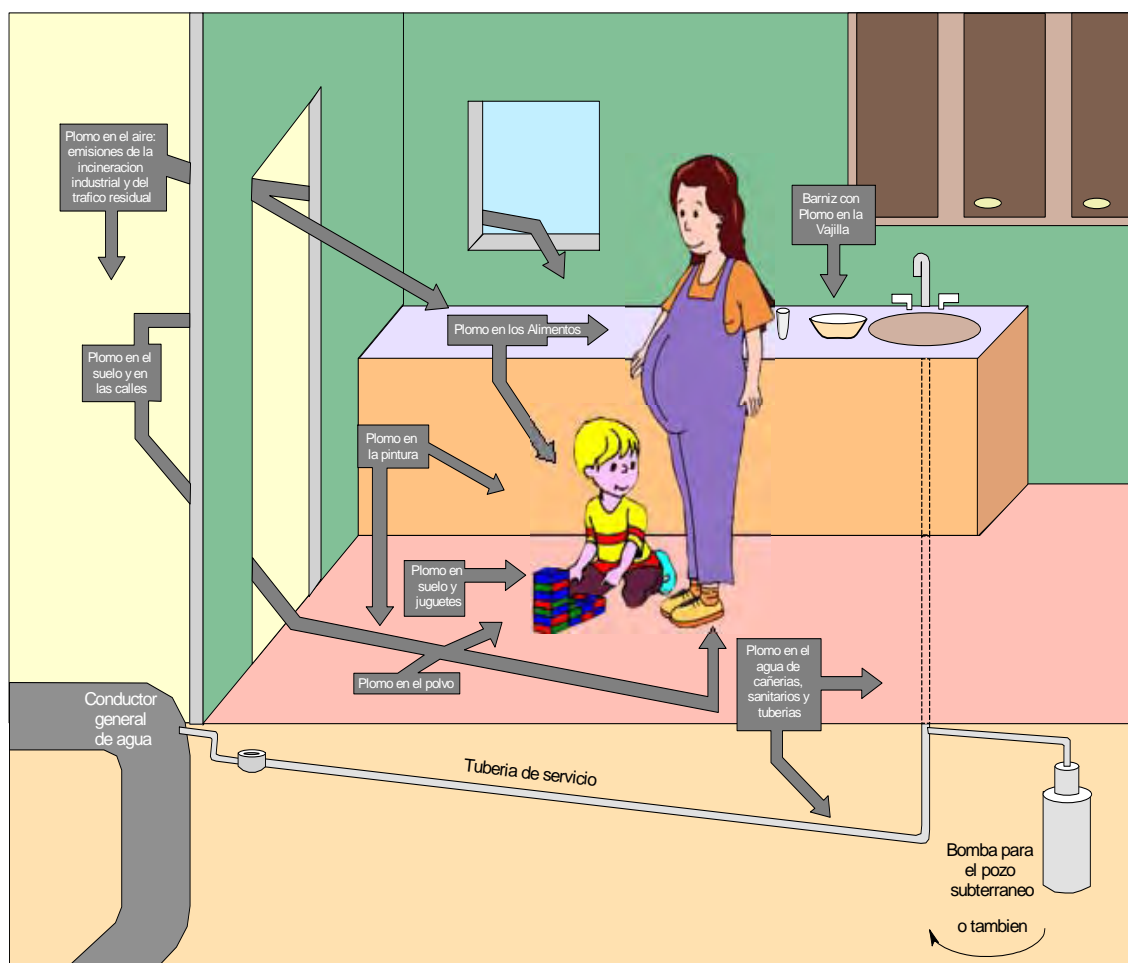
**2.3.2 AIRE:** Alrededor del 50 % o más del plomo emitido al aire por fuentes antropogénicas, corresponde al proveniente de vehículos automotores que usan gasolina con aditivos de plomo como el tetraetilo de plomo  $[Pb(C_2H_5)_4]$  que es usado para aumentar el octanaje (84 y 95 octanos). (8)

Las concentraciones de plomo en el aire varían significativamente de acuerdo con la distancia a la fuente contaminante. En lugares muy remotos las concentraciones mínimas de plomo en aire son del orden de  $0,1 \mu g/m^3$ . En áreas rurales muy cercanas a ciudades se han observado concentraciones medias de  $0,21 \mu g/m^3$ . En ciudades con actividad industrial y vehicular importante los valores fluctúan entre  $1 - 10 \mu g/m^3$ . (8) En calles urbanas de alto tránsito los valores pueden sobrepasar los  $10 \mu g/m^3$  y en zonas vecinas a fundiciones el aire puede llegar a contener sobre  $100 \mu g/m^3$ . (8)

Es importante resaltar que el plomo atmosférico tiene mucha significación en la contaminación global del ambiente y en el aporte de plomo al organismo humano. (8)

**Figura N° 1**

**Fuentes de Exposición al Plomo para Niños y Fetus**



Tomado de: Tyler Miller G. 2002. Ciencia Ambiental, Preservemos la Tierra. Quinta Edición. Thomson Editores S.A. Mexico

**2.3.3 AGUA:** El agua se transforma en una fuente de contaminación para el ecosistema y para el hombre, en la medida que sea contaminada por las actividades antropogénicas. (8)

Se ha calculado que el contenido de plomo en el agua natural de ríos y lagos de todo el mundo es de 1 – 10 µg/L. (7)

En las regiones donde hay contaminación se han encontrado niveles de hasta 100 µg/L. La OMS, establece un límite de 10 µg/ L. (8)

El agua puede contaminarse en su fuente de origen o durante su distribución por tuberías de plomo. (8)

El plomo en el agua potable no es una fuente principal de envenenamiento por plomo, pero puede aumentar la cantidad de plomo al que las personas están expuestas. Esto constituye un riesgo especialmente para niños que beben fórmulas de bebé y jugos que se mezclan con agua que contiene plomo. En promedio, cerca del 10 al 20 por ciento de la cantidad de plomo a la que un niño está expuesto quizás provenga del agua potable; sin embargo, los niños que son alimentados con fórmula podrían obtener del 40 al 60 por ciento de su consumo de plomo del agua.(25)

**2.3.4 SUELO:** El suelo es contaminado principalmente por depósito de partículas del aire y por agua contaminada por actividades industriales. (8)

Asimismo, el desgaste de las pinturas con plomo de las casas contaminan los suelos. (8)

Los plaguicidas con contenido de plomo (arseniato de plomo), contaminan los suelos, especialmente los suelos agrícolas. (8)

Las concentraciones normales en el suelo no contaminado están entre 5 – 25 mg/kg. En áreas contaminadas se pueden encontrar en el suelo concentraciones de hasta 8 g/kg. A distancias de 1 hasta 25 metros de las vías de tránsito más importantes, las concentraciones de plomo en los suelos pueden llegar hasta los 2 000 mg/kg. (8)

En los suelos colindantes a fundiciones se han medido concentraciones de plomo tan altas como 60 000 mg/kg. En los suelos urbanos, el plomo se encuentra como una mezcla de polvo, restos de pintura y partículas atmosféricas con plomo que se sedimentan en el suelo. (8)

Puesto que el plomo no se disipa, se biodegrada o decae, cuando se deposita en el suelo puede ser una fuente de exposición a largo plazo. El plomo queda inmóvil en el componente orgánico del suelo, quedando retenido en las capas superiores (2 cm – 5 cm) de los suelos no alterados o en las capas más profundas cuando se ha removido. (8)

Una manera de reducir la contaminación por plomo es de la siguiente forma:

Se añade fósforos al suelo contaminado con plomo para cambiar el plomo de su composición nociva, el fósforo es un componente en los fertilizantes. La adición de fósforos a suelos contaminados con plomo tiene un efecto doble muy rápido:

- 1) Fija el plomo en el suelo de manera que se neutraliza su desplazamiento a las aguas subterráneas.
- 2) Reduce la biodisponibilidad de plomo, significa que si un niño ingiere el suelo contaminado con plomo y procesado con fósforo, el plomo pasará por el cuerpo del niño sin ser absorbido por su cuerpo. (27)

**2.3.5 ALIMENTOS:** Los cultivos, particularmente tubérculos y raíces comestibles como la papa, rábano, camote y zanahorias, pueden contener cantidades importantes de plomo. (8)

Algunos cultivos cercanos a zonas de alto tránsito de vehículos pueden acumular plomo atmosférico. En 1984, Gzyl J. encontró en los vegetales cultivados en áreas industriales y mineras altos niveles de plomo. (8)

En la agricultura se usaba plaguicidas inorgánicos como arseniatos de Pb que eran muy tóxicos. Ahora ya no se usan, pero como son muy persistentes en el ambiente, sigue habiendo lugares con concentraciones altas de estos productos. (8)

El uso de los lodos de depuradores como abono, es en principio una buena idea que permite aprovechar los desechos de las plantas porque contienen una elevada cantidad de materia orgánica, magnífico nutriente para las plantas. (8)

Pero si el agua que llega a la depuradora no sólo es urbana, si no que viene también de instalaciones industriales, es muy frecuente que contenga metales tóxicos como el plomo que quedan en los lodos e intoxican las plantas y el suelo, si se usan como abonos. (8)

El plomo puede introducirse en los alimentos. Si las pipas de agua son de plomo o están soldadas de plomo, su agua de la llave tendrá mas plomo cuando se sienta en las pipas por un largo período y cuando use el agua caliente. El plomo puede estar en algunos platos, tazas o platos hondos, y en las orillas de algunas latas importadas. El plomo puede también encontrarse en el polvo de la casa, el cual puede introducirse en la comida. (26)



## **2.4 TOXICOCINÉTICA**

### **2.4.1 Absorción**

El plomo penetra en el organismo a través de la vía respiratoria, digestiva y cutánea. La vía respiratoria es la más frecuente en los adultos; se absorbe hasta el 50 % de la concentración respirada al inhalarse vapores de óxido de plomo y partículas de polvo de plomo que va a depender del tamaño y solubilidad de ellas. (4,16,1)

La vía digestiva presenta una absorción más baja debido a la baja solubilidad de la mayoría de compuestos de plomo; alcanza un 10 % en adultos y hasta un 50 % en niños. Las dietas con deficiencias de hierro y calcio, y ricas en grasas, pueden aumentar la absorción gastrointestinal de plomo, la que es mayor en lactantes y niños y menor en adultos. (13)

La vía cutánea es de menor importancia, pudiendo absorber algunos derivados orgánicos con elevada liposolubilidad como: el tetraetilo y tetrametilo, que se convierten en metabolitos trialquilos que provocan toxicidad, explicando así su acumulación en el Sistema Nervioso Central; estos compuestos alquilo se convierten finalmente en plomo inorgánico y son eliminados por la orina. (13,16,1)

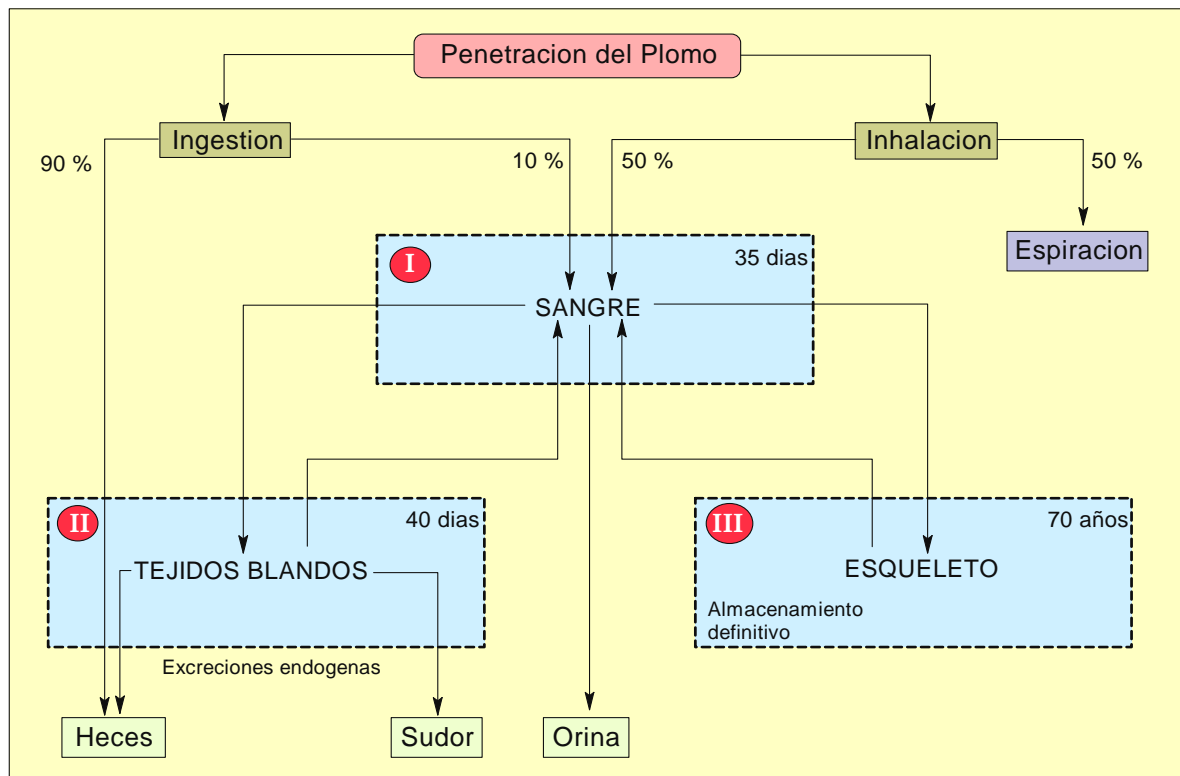
La transferencia transplacentaria de plomo en humanos se demuestra por la presencia de plomo en sangre de cordón umbilical. Los mecanismos de transporte de plomo a la placenta no están bien definidos, aunque hay pruebas de que el transporte del metal ocurre por difusión simple de la circulación materna a la fetal. (4)

### **2.4.2 Distribución y Depósito**

La distribución del plomo, una vez absorbido, se realiza por medio de tres compartimentos en equilibrio: sangre, tejidos blandos y huesos. El plomo en la sangre representa el 2 % del contenido total; el 95 % circula ligado a los eritrocitos, con una vida media de 36 días, y pasa a distribuirse posteriormente a los tejidos blandos y huesos. El compartimento formado por los tejidos blandos (riñón, hígado y sistema nervioso) representa aproximadamente el 10 % del contenido corporal total, con una vida media de unos 40 días. El tercer compartimento lo forma el tejido óseo, constituyendo el principal depósito de plomo absorbido (aprox. 90 %) en donde se incorpora a la matriz ósea de manera muy similar al calcio, presenta una vida media entre 10 y 30 años, debido a la formación de compuestos muy estables. (16,1)

Ver gráfico N° 2.

**Gráfico N° 2**  
**MODELO DE DISTRIBUCION DEL PLOMO**



Tomado de: Gisbert Calabuig Juan A. 2001 Medicina Legal y Toxicología.  
Quinta Edición. Masson Editores. S.A. Barcelona

Dentro de las células, el plomo se une a los grupos sulfhidrilo e interfiere con múltiples enzimas celulares, como las relacionadas con la síntesis del heme; esta unión explica la presencia de plomo en pelo y uñas. El plomo también se une a membranas mitocondriales e interfiere en la síntesis de proteínas y ácido nucleico. (16,20)

### 2.4.3 Excreción

La eliminación es lenta y ocurre principalmente por el riñón a través de la orina (filtración glomerular y secreción tubular), otras vías de eliminación son las heces y sudor, saliva, bilis y exfoliación dérmica. A partir de la saliva se puede formar un depósito de sulfuro de plomo en el borde marginal de las encías que se conoce como ribete de Burton. La vida media del plomo es larga, y se estima en 5 a 10 años, que varía con la intensidad y duración de la exposición y la carga corporal final acumulada. Las enfermedades óseas (osteoporosis, fracturas), en el embarazo y el hipertiroidismo

pueden originar mayor liberación del plomo almacenado y concentraciones sanguíneas elevadas. (16,1)

## **2.5 FISIOPATOLOGIA DE LA INTOXICACIÓN POR PLOMO**

El plomo está presente en grado variable en el aire, el agua y el suelo. El principal factor de riesgo es la edad. Comienza al año de vida y tiene un pico de mayor riesgo entre los 18 meses y los 24 meses, decreciendo gradualmente hasta la adolescencia. La toxicidad del plomo es consecuencia de la afinidad que tiene éste por el grupo sulfhidrilo (SH) de las proteínas, uniéndose en forma irreversible y alterando completamente su función. (19,20)

### **2.5.1 Mecanismo de Acción y Efectos Biológicos del Plomo**

**2.5.1.1 Efectos en Tubo Digestivo.** El síndrome abdominal suele comenzar con síntomas imprecisos como: anorexia, molestias musculares y cefalea. El signo más ominoso del síndrome abdominal avanzado es el espasmo intestinal, que ocasiona dolor abdominal intenso o *cólico saturnino* los ataques son paroxísticos (Janin y col., 1985). Los músculos del abdomen se vuelven rígidos y dolorosos. (12)

**2.5.1.2 Efectos Neuromusculares.** La debilidad muscular y la fatiga fácil aparecen mucho antes que la parálisis real, y pudieran constituir los únicos síntomas. Los grupos musculares afectados suelen ser los más activos (extensores del antebrazo, carpo y dedos de las manos, y músculos extraoculares). La muñeca péndula o, en menor grado, el pie péndulo, con el antecedente preciso de exposición al plomo, se consideran signos patognómicos de saturnismo. (12).

**2.5.1.3 Efectos en el Sistema Nervioso Central.** Los signos incipientes pueden ser torpeza, vértigo, ataxia, caídas, cefalalgia, insomnio, inquietud e irritabilidad. (12)

En estudios realizados en los EE.UU., indican que los niños por debajo de 6 años y los fetos nonatos con niveles de plomo en sangre bastante bajos son especialmente vulnerables a daños en el sistema nervioso, tienen un coeficiente intelectual (CI) disminuido (4-5 puntos), un lapso de atención más corto, hiperactividad y daños en el aparato auditivo. (17)

Los estudios epidemiológicos sugieren que concentraciones de plomo en sangre tan reducidas como 15 µg/dL pueden desencadenar deficiencias subclínicas en las

funciones neurocognitivas, en niños expuestos a plomo, sin un umbral demostrable para un nivel "sin efecto". (13)

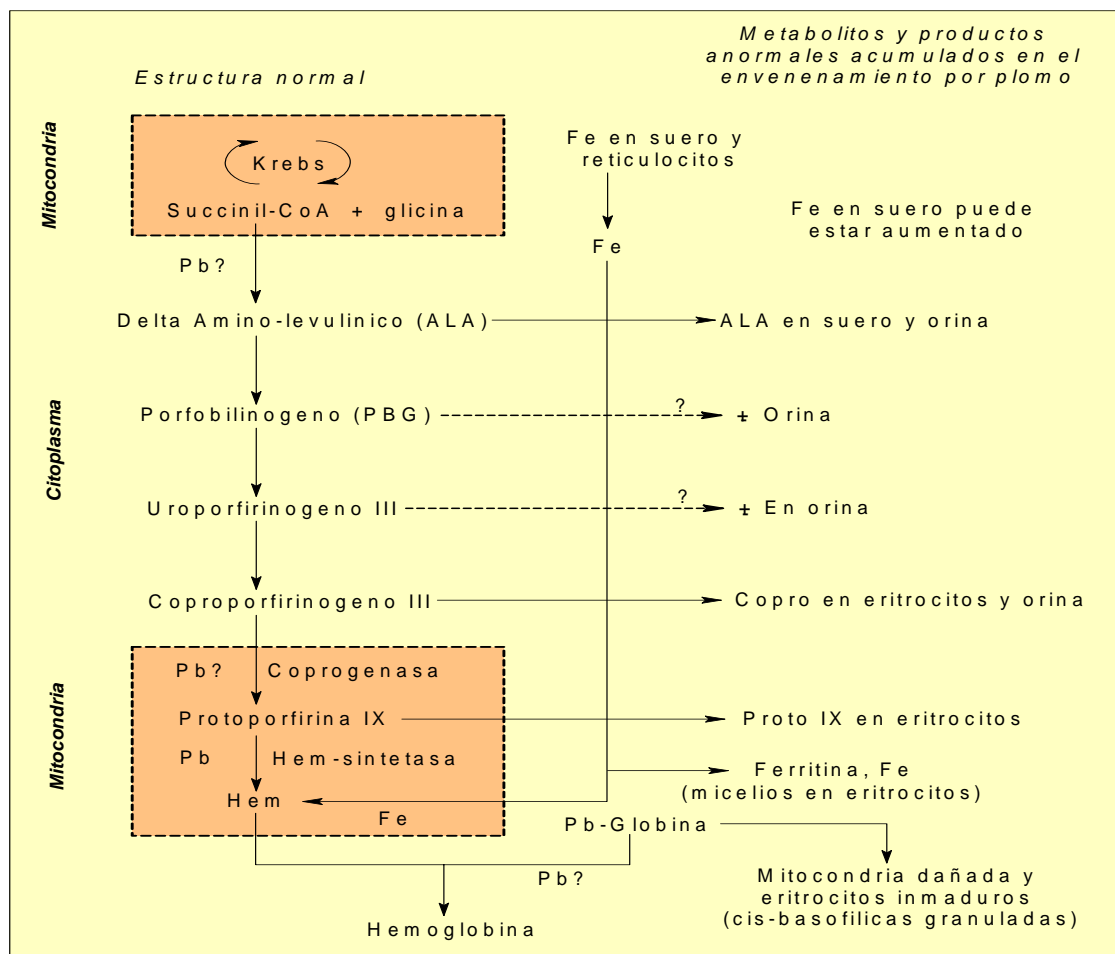
**2.5.1.4 Efectos en las Vías Renales.** Aproximadamente el 20% del plomo absorbido se localiza en el riñón. Dos tercios del plomo absorbido se excreta por el riñón, en la primera semana se excreta el 50% del plomo absorbido y el resto a continuación de manera mucho más lenta. Se puede presentar el síndrome de Fanconi con una aminoaciduria, glucosuria, hipofosfaturia e hipofosfatemia provocadas por lesión tubular renal. Están suficientemente esclarecidas las lesiones tubulares ultraestructurales que se producen en el riñón por acción del plomo. (19,11)

**2.5.1.5 Efectos Hematológicos,** (13, 11, 12, 19)

Ver gráfico N° 3.

**Gráfico N° 3**

**SÍNTESIS DEL HEM Y SUS ALTERACIONES DEBIDAS AL PLOMO**



Tomado de: Gisbert Calabuig Juan A. 2001 Medicina Legal y Toxicología.  
Quinta Edición. Masson Editores. S.A. Barcelona

## 2.6 MANIFESTACIONES CLÍNICAS

La aparición de los síntomas y signos dependerán del tiempo de exposición, niveles sanguíneos alcanzados y la edad de la persona. (19)

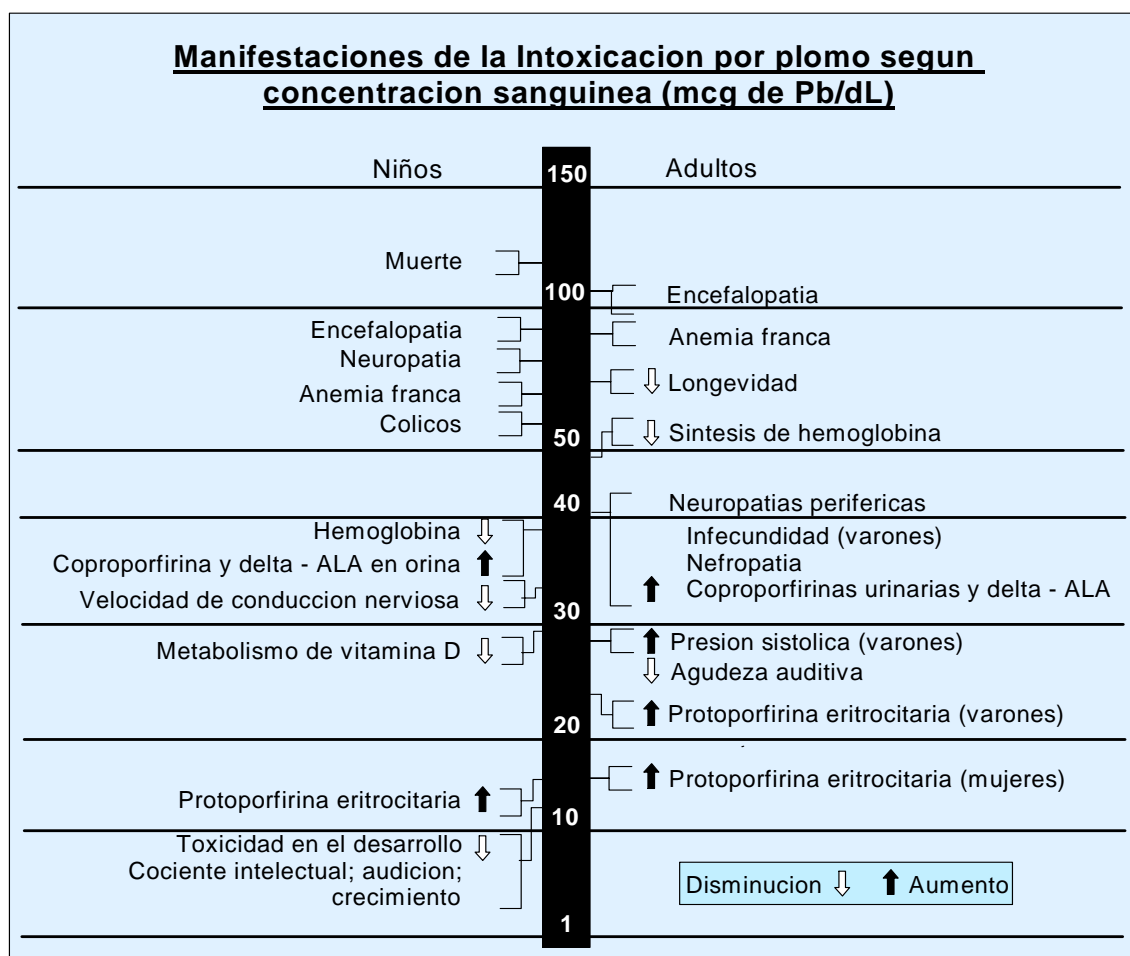
**Aguda.** Es poco frecuente y puede deberse a la ingesta de alimentos contaminados o inhalación masiva de vapores de plomo. Produce tres tipos de síndromes:

1. Síndrome Digestivo: Dolores epigástricos y abdominales violentos, estreñimiento o diarrea.
2. Síndrome Hepatorrenal: Hígado grande, se destacan las lesiones renales con oliguria, uremia, albuminuria, aminoaciduria.
3. Encefalopatía: En los adultos suele ser tardía, en los niños la encefalopatía es precoz. (11)

**Crónica.** Es la forma más frecuente de presentación tanto en niños como en adultos. Los signos y síntomas de la forma crónica de intoxicación (saturnismo o plumbismo) pueden dividirse en seis categorías: gastrointestinal, neuromuscular, del sistema nervioso central, hematológicos, renales y de otra índole. Pueden surgir en forma independiente o en combinación. Los síndromes neuromusculares y del sistema nervioso central suelen deberse a exposición o contacto intensos, en tanto que el del abdomen es la manifestación más común de una intoxicación de evolución más lenta e insidiosa. El síndrome del Sistema Nervioso Central por lo regular es más frecuente en niños, en tanto que el gastrointestinal es más prevalente en adultos. (12,11)

Ver gráfico N° 4.

**Gráfico N° 4**



Tomado de: Goodman y Gilman, 2003. Las Bases Farmacologicas de la Terapeutica. Decima Edicion Vol. III

## 2.7 PLOMO EN SUELOS

La cantidad de plomo en el organismo se relaciona con los niveles de concentración del mismo en el ambiente. Los efectos en la salud se relacionan con la carga corporal de plomo y la forma más utilizada de medir ésta última es determinando el nivel de plomo en sangre (plumbemia). (24)

Un estudio realizado en Uruguay por Cousillas y col. demuestra que la fundición es un factor de exposición al plomo de gran importancia en los niños que vivían en un área de hasta un kilómetro de la fábrica de fundición. (19)

### *Valores guía para Plomo en Suelo:*

Al no disponer de una normativa nacional que regule la concentración de contaminantes en suelo, se toman como valores guías los indicados por organismos internacionales.

Para el caso de suelos de uso residencial y recreativo se utilizan:

El valor guía establecido por la OMS es de 25 mg de Pb/kg de suelo. (15)

Un estudio realizado en Uruguay indica que de las muestras tomadas a empresas y alrededores tuvieron resultados con niveles de plomo en suelo que iban desde lo imperceptible, por los equipos de análisis, hasta aquellas muestras que superan los cientos de gramos de plomo por kilo de suelo. Estas diferencias se deben a que existe distintas condiciones de trabajo en las industrias (emisiones al ambiente, ausencia de gestión de los residuos generados); distancia del lugar de extracción de la muestra respecto a la industria (generalmente al aumentar la distancia disminuyen los niveles) y, período de funcionamiento de la industria. (24)

## **2.8 POBLACION EN RIESGO**

La exposición ambiental se debe fundamentalmente a la contaminación del suelo, aire y agua, proveniente de las fundidoras de plomo y en las zonas urbanas de los escapes de automóviles con nafta aditivados con tetraetilo de plomo. El plomo es el gran contaminante químico de los lugares de trabajo y por lo tanto, un grave e importante riesgo para la salud de los trabajadores. (2)

Pese a sus peligros reconocidos, el plomo continúa teniendo aplicaciones comerciales amplias. La exposición al plomo ambiental, ubicua en virtud de la distribución antropogénica del plomo en el aire, el agua y alimentos, ha declinado de manera considerable en los pasados dos decenios como resultado de la distribución del uso del plomo en la gasolina y otras aplicaciones. (13)

Los niños de 1 a 3 años de edad se encuentran con mayor riesgo de sufrir intoxicación por plomo, ello debido a la costumbre de lamer, masticar o comer tierra (pica). (8,23)

También debemos de señalar a todo trabajador que durante más de 30 días al año ejerce su actividad laboral en un ambiente con una concentración ambiental de plomo superior o igual a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire, refiriéndonos a 8 horas diarias y 40 semanales. (19)

Según el riesgo de intoxicación, las actividades se pueden clasificar en operaciones de elevado riesgo y de riesgo moderado, tomando en consideración: las características físico-químicas del plomo (polvo, aerosoles, etc.); vías de entrada; intensidad de exposición; duración, etc. Así se puede considerar que las actividades de mayor riesgo son aquellas en las que el plomo metálico o inorgánico es calentado y se forman aerosoles y humos en grandes cantidades. (19)

### **III. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1. TOMA DE MUESTRAS (Según EPA) (15)**

##### **3.1.1 Selección de Muestras de Suelo**

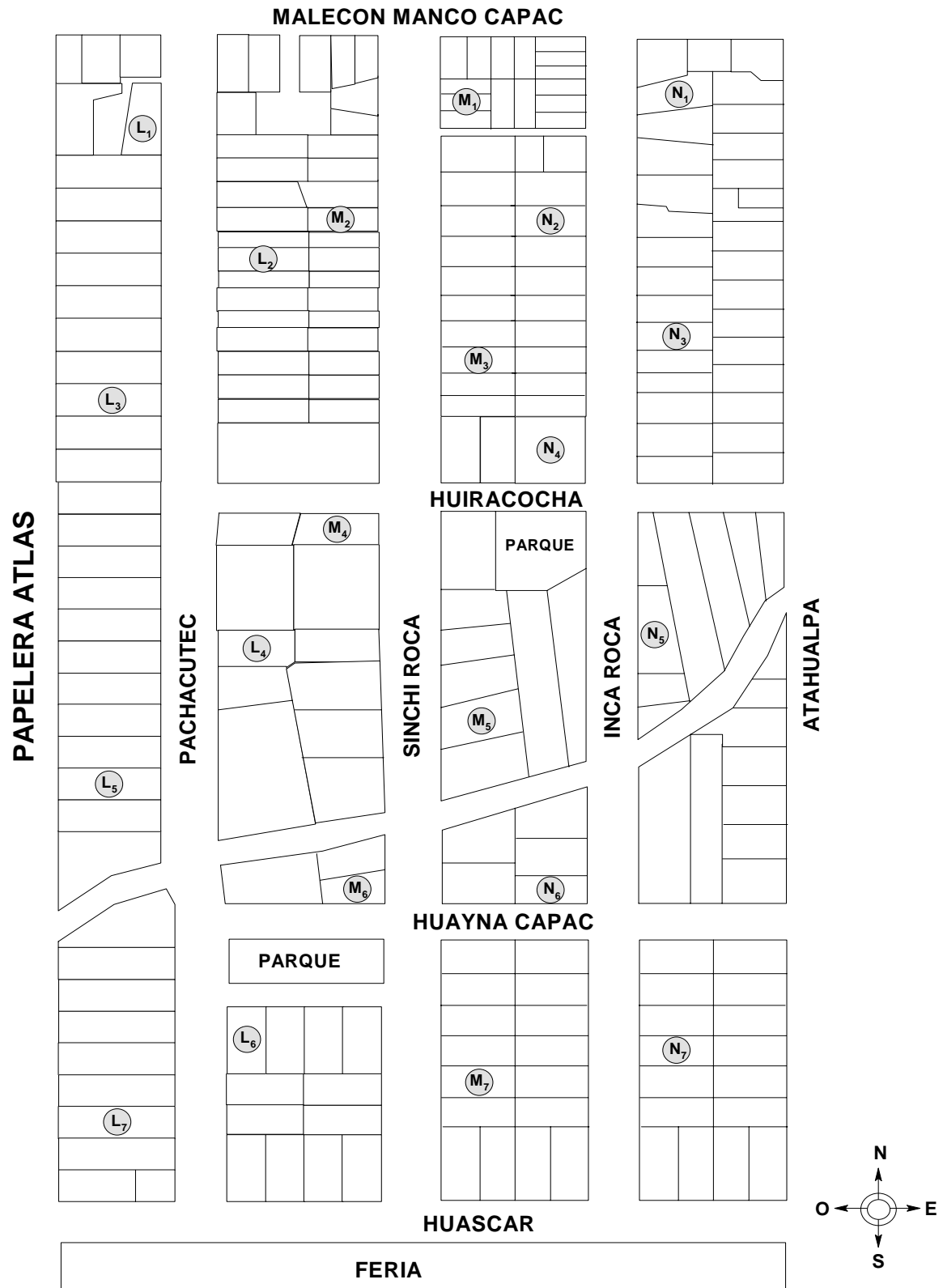
Se elaboró un plan de muestreo consistente en: Determinar los lugares donde se obtendrá la muestra, eligiéndose tres calles aledañas a la fuente de emisión de humos contaminantes de la fábrica cercana al Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña - Chaclacayo, 7 viviendas por cada calle, de donde se tomaron muestras de suelo y techo, en un total de 21 muestras de techo y 21 muestras de suelos.

En el siguiente grafico se adjunta el plan de muestreo según el mapa del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del Distrito de Naña – Chaclacayo.

Ver la figura N° 2.



**Figura N° 2**  
**Mapa del Asentamiento Humano “Cultura y Progreso”. Distrito**  
**de Ñaña-Chaclacayo – Puntos de Muestreo**



**LEYENDA:**

- L: Cuadra 1
- M: Cuadra 2
- N: Cuadra 3

### **3.1.2 Materiales**

- Frascos de plástico inerte de boca ancha de 250 mL con tapa.
- Cuchara de acero inoxidable.
- Guantes quirúrgicos.
- Cinta adhesiva masking tape.
- Etiquetas y plumones indelebles.

### **3.1.3 Método Operatorio**

- Se determina una superficie cuadrangular con un área total de  $1 \text{ m}^2$  en el punto de muestreo, donde se procederá a visualizar imaginariamente 5 puntos de  $10 \text{ cm}^2$ , 4 en los respectivos vértices y el restante en la intersección de las diagonales.
- En cada punto determinado se tomó una medida de muestra equivalente a una cucharada, la cual se colocó en un recipiente lavado químicamente (con solución de  $\text{HNO}_3$  1%), evitar las piedras y restos orgánicos como plumas, cáscaras, etc. Procurar que esta cantidad sea equivalente en los cinco puntos.
- Asegurarse de cerrar completamente el recipiente y sellarlo con masking tape. Rotular cada muestra con el código respectivo.

### **3.1.4 Conservación**

- Los contenedores de las muestras deben sellarse para impedir la pérdida o contaminación de las mismas. Estos recipientes deben ser herméticos.
- Llevar a cabo el almacenamiento en un sitio fresco y seco.

## **3.2. CUANTIFICACION**

### **3.2.1 Materiales, Equipos y Reactivos**

#### **3.2.1.1 Materiales**

- Fiolas de 10, 20, 50 y 100 mL.
- Matraces de 100, 250 y 500 mL.
- Beakers de 100, 250 y 500 mL.
- Pipetas volumétricas de 5, 10 y 20 mL.
- Pipetas graduadas de 5 y 10 mL.
- Probetas graduadas.
- Cinta adhesiva masking tape.
- Guantes quirúrgicos.

- Tubos de prueba con tapa de 20 x 10 cm.
- Tamiz de malla metálica simple de 5 mm.
- Embudos de vidrio.
- Papel filtro de 150 mm.
- Mascarilla protectora.
- Lentes de protección.
- Gradillas.

### **3.2.1.2 Equipos**

- Espectrofotómetro de absorción atómica con lámpara para detección de plomo y horno de grafito modelo: SensAA GBC
- Balanza analítica de sensibilidad 0.1 mg OHAUS. E12140. C182020085.
- Cocinilla eléctrica.
- Campana extractora de flujo vertical

### **3.2.1.3 Reactivos**

- Ácido Nítrico al 63 %, densidad 1,4 g/mL. Marca Colman S.L DA.
- Agua destilada.
- Solución estándar de plomo

## **3.2.2 Método Operatorio**

### **3.2.2.1 Preparación de la Muestra**

- Pesar 10 g de la muestra tamizada.
- Añadir 30 mL de solución de Ácido Nítrico 5 M, agitar por 15 minutos.
- Calentar por 15 minutos a 95 °C.
- Enfriar y filtrar.
- El residuo lavar 3 – 4 veces con 10 mL de HNO<sub>3</sub> al 1%.
- El líquido de los lavados añadir a la solución obtenida del filtrado anterior, el residuo sólido se deshecha.
- Completar con HNO<sub>3</sub> 1% c.s.p. 100mL.
- Se toma 10 mL de la solución anterior y se completa en una fiola de 100 mL con agua destilada.

- Se guarda la muestra en tubo de prueba con tapa rosca de 20 x 10 cm marca Pirex.

### 3.2.3 Lectura de las Muestras

Las muestras obtenidas anteriormente se procederán a leer en el espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito a una longitud de onda de 283,3 nm. (Lecturas realizadas en el CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX)

### 3.2.4 Fundamento

La Espectrofotometría de Absorción Atómica se basa en que los átomos de un elemento pueden absorber ciertas radiaciones a longitudes de onda características y diferentes para cada elemento. La Espectrofotometría de Absorción Atómica implica la medición de radiaciones absorbidas por los átomos no excitados de una sustancia química que han sido aspirados en una llama u otra fuente de alta energía. Una fracción o la mayoría de los átomos liberados se excitan entonces mediante la exposición a una fuente de radiación adecuada. La radiación absorbida por los átomos no excitados se relaciona con la concentración de la muestra.

### 3.2.5 Curva de Calibración

Para la obtención de la concentración de plomo en las muestras analizadas, se necesitó conocer el factor de calibración, el cual se obtuvo mediante la Curva de Calibración.

Para obtener esta curva de calibración de plomo se miden con pipetas cantidades exactas crecientes de la solución patrón de Plomo. (1000 µg/mL en HNO<sub>3</sub> 1%).

De la solución patrón de Plomo se toma 10 mL y se completa a 100 mL con agua destilada. De esta solución se preparan las siguientes diluciones.

0,1 µg/mL	2,0 µg/mL
0,5 µg/mL	3,0 µg/mL
1,0 µg/mL	4,0 µg/mL

Este procedimiento se realiza automáticamente para todas las concentraciones estándares y con estos datos el software de la computadora ajusta una curva con la tendencia de los puntos ingresados. Ver el Gráfico N° 5

[ ]<sub>f</sub> = Concentración final (µg/g)

$$[ ]_f = \frac{[ ]_{\text{Curva}} \times (\text{Factor Dilución}) \times (\text{Pot. St}) \times (\text{Vol. Enrace})}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Factor de dilución = 10

Pot. St = 1 (potencia del estándar)

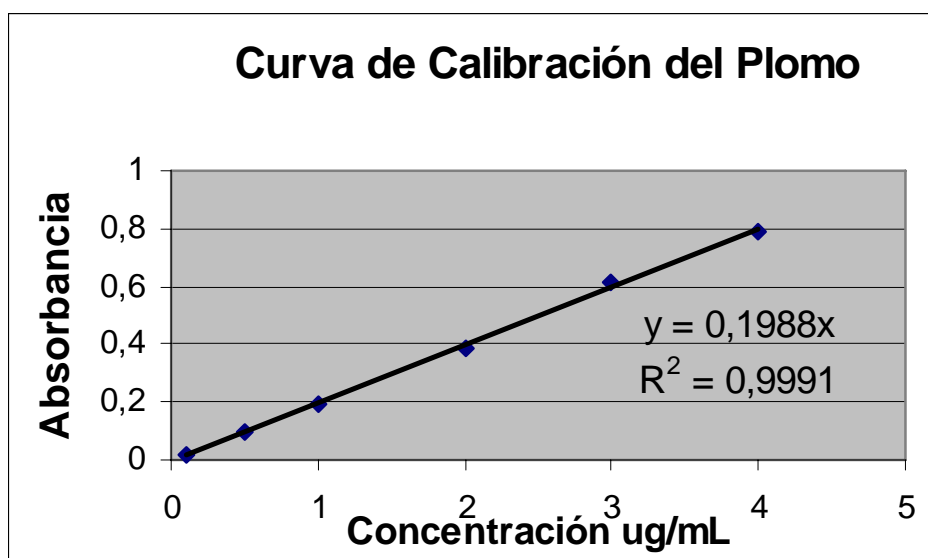
Volumen de enrase = 100 mL

Peso de la muestra = 10 g

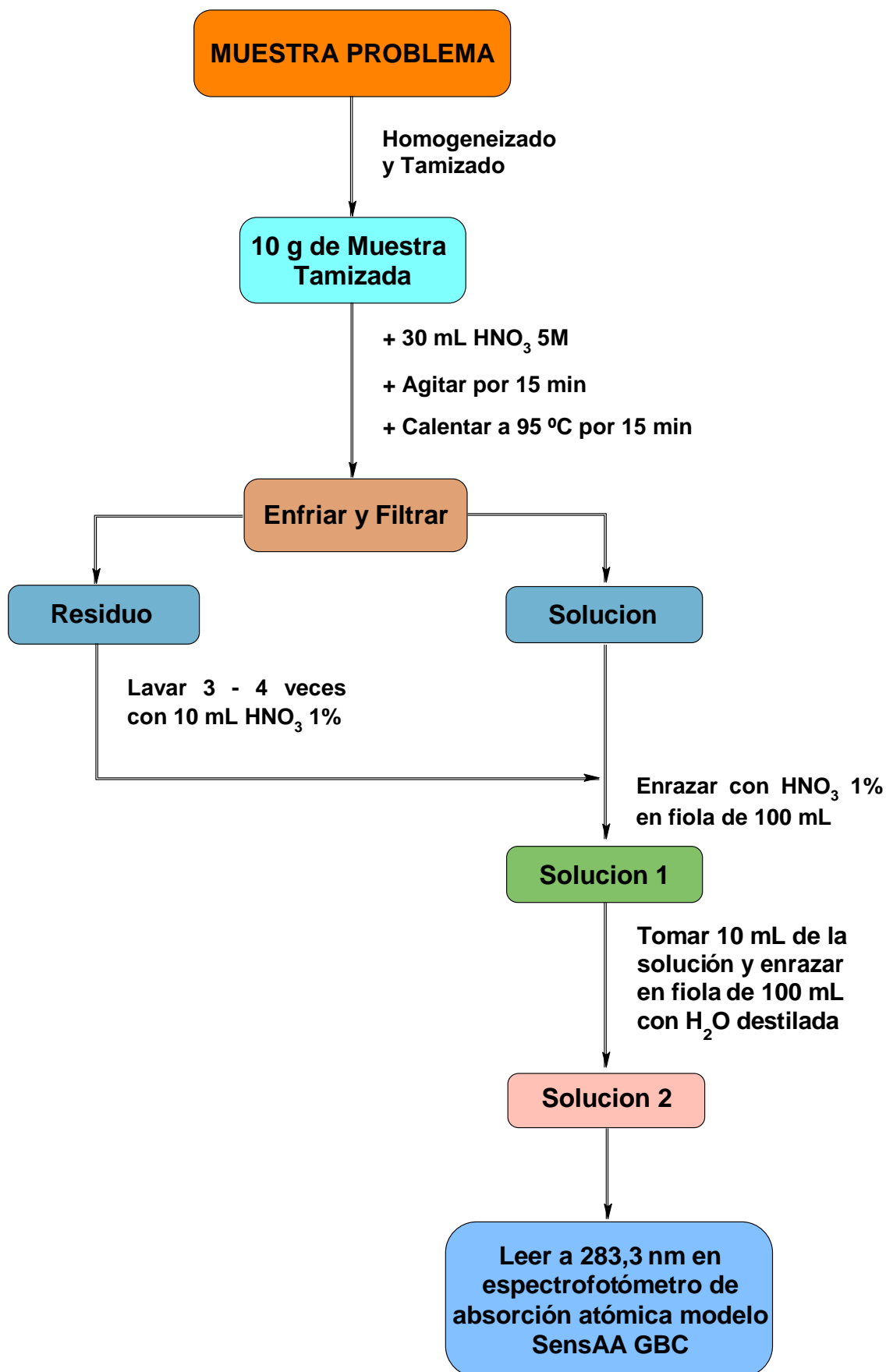
#### Datos para hacer la Curva de calibración

Concentración µg/ml	Absorbancia
0.1	0.02
0.5	0.1
1	0.192
2	0.386
3	0.611
4	0.792

Gráfico N° 5



### 3.2.6 Diagrama de Flujo



## IV. RESULTADOS

### Cuadro N° 1

**Resultados Generales de la determinación de Plomo en Suelo y polvo de techo del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de ñaña-Chaclacayo**

CODIGO		Absorbancia	Concentración en curva µg/mL	Concentración Final µg/g (ppm)
L-1	TECHO	0.350	1.76	176
	FACHADA	0.156	1.52	78
L-2	TECHO	0.229	1.15	115
	FACHADA	0.315	1.61	158
L-3	TECHO	0.124	0.62	62
	FACHADA	0.275	0.84	138
L-4	TECHO	0.210	1.06	106
	FACHADA	0.157	0.82	79
L-5	TECHO	0.230	1.16	116
	FACHADA	0.170	0.95	86
L-6	TECHO	0.282	1.42	142
	FACHADA	0.188	1.26	95
L-7	TECHO	0.056	0.28	28
	FACHADA	0.160	0.80	80
M-1	TECHO	0.102	0.51	51
	FACHADA	0.302	0.78	152
M-2	TECHO	0.206	1.04	104
	FACHADA	0.320	1.58	161
M-3	TECHO	0.128	0.64	64
	FACHADA	0.167	1.38	84
M-4	TECHO	0.145	0.73	73
	FACHADA	0.164	0.79	82
M-5	TECHO	0.193	0.97	97
	FACHADA	0.189	0.86	95
M-6	TECHO	0.364	1.83	183
	FACHADA	0.250	0.95	126
M-7	TECHO	0.495	2.49	249
	FACHADA	----	----	----
N-1	TECHO	0.468	2.35	235
	FACHADA	0.193	0.97	97

N-2	TECHO	0.770	3.87	387
	FACHADA	0.214	1.08	108
N-3	TECHO	0.246	1.24	124
	FACHADA	0.074	0.37	37
N-4	TECHO	0.064	0.32	32
	FACHADA	0.216	1.09	109
N-5	TECHO	0.098	0.49	49
	FACHADA	0.138	0.69	69
N-6	TECHO	0.193	0.97	97
	FACHADA	0.042	0.21	21
N-7	TECHO	0.209	1.05	105
	FACHADA	0.205	1.03	103



**Tabla N° 2**

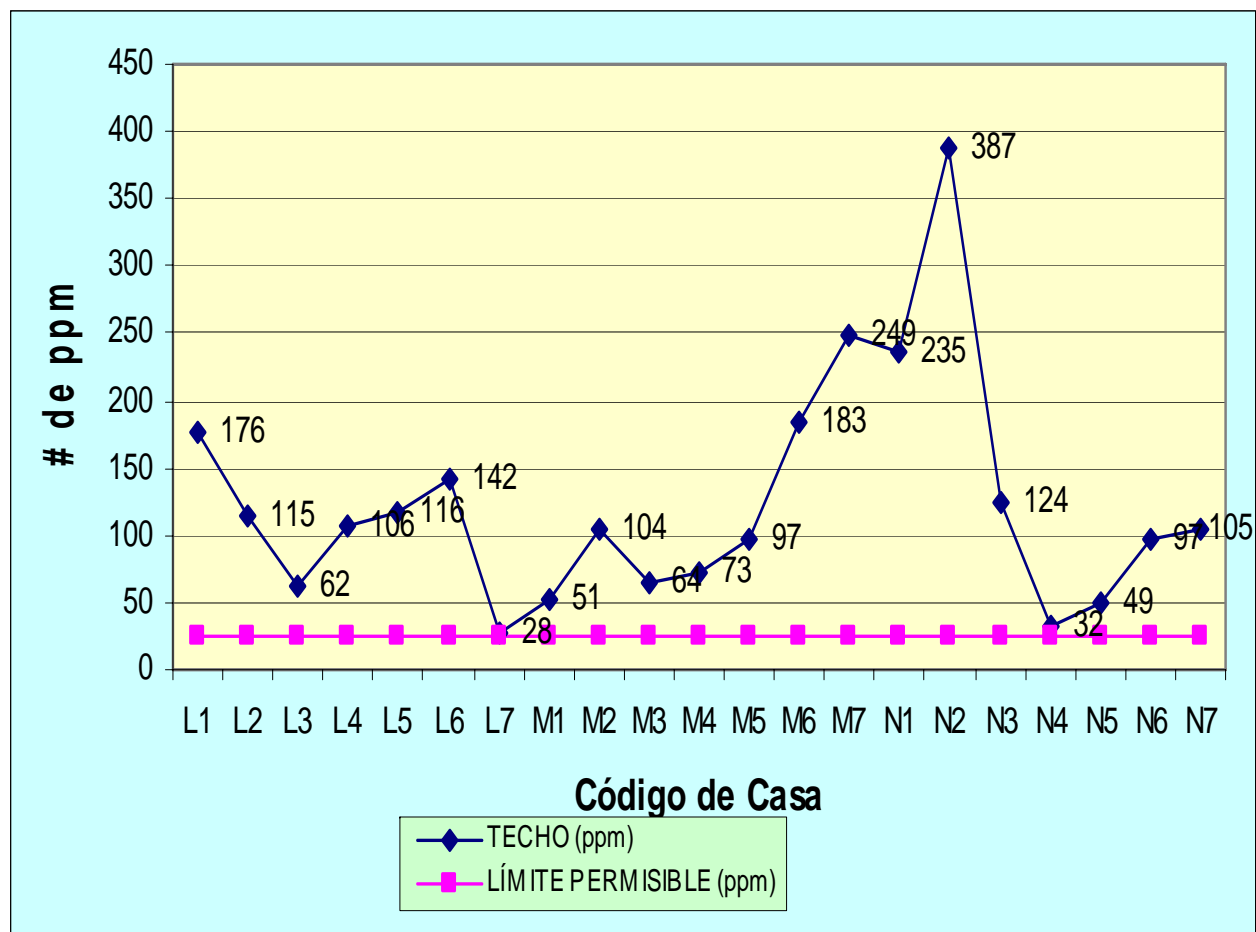
**Análisis de Muestras Tomadas del Techo de las Viviendas**

Código de casas	TECHO (ppm)	LÍMITE PERMISIBLE (ppm)
L1	176	25
L2	115	25
L3	62	25
L4	106	25
L5	116	25
L6	142	25
L7	28	25
M1	51	25
M2	104	25
M3	64	25
M4	73	25
M5	97	25
M6	183	25
M7	249	25
N1	235	25
N2	387	25
N3	124	25
N4	32	25
N5	49	25
N6	97	25
N7	105	25

Leyenda: L: cuadra 1  
M: cuadra 2  
N: cuadra 3

**Gráfico N° 6**

**Resultados de los Análisis de las Muestras Tomadas de los Techos de las Viviendas**



**Tabla N° 3**

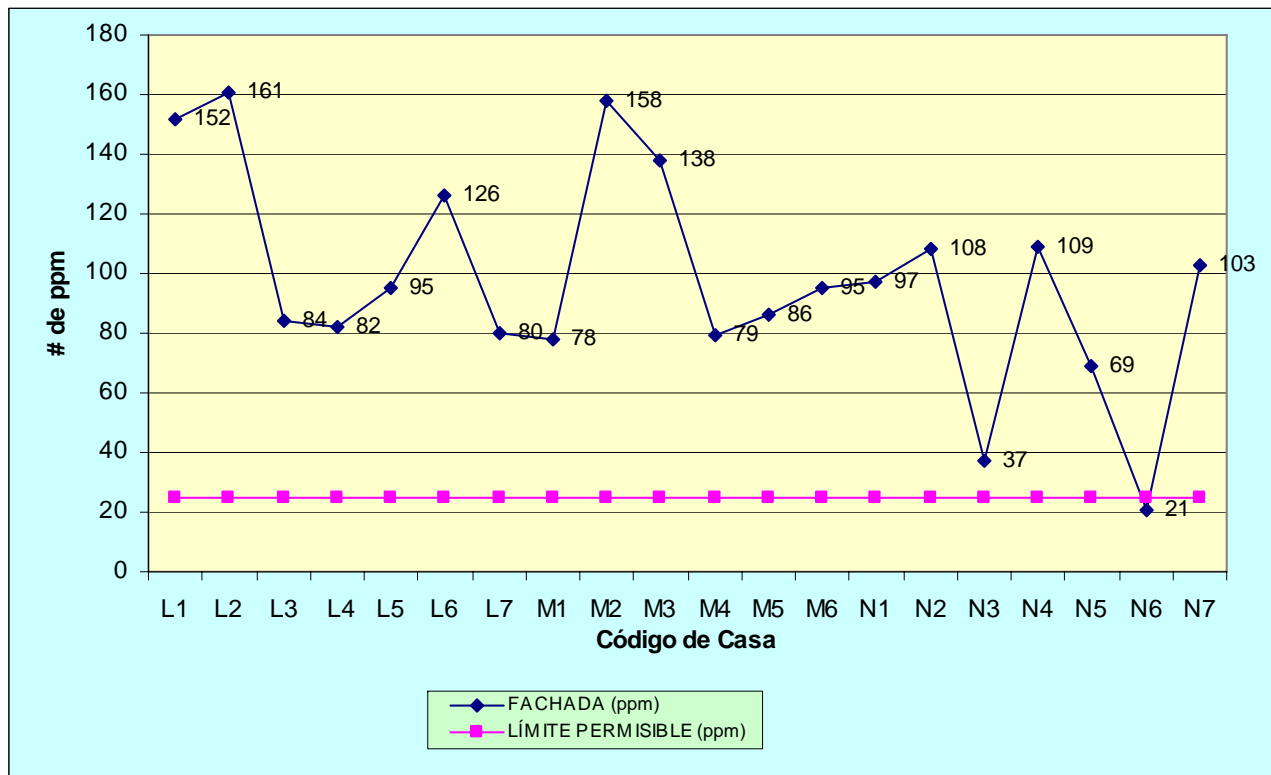
**Análisis de las Muestras Tomadas a las Fachadas de las Viviendas**

CÓDIGO	FACHADA (ppm)	LÍMITE PERMISIBLE (ppm)
L1	152	25
L2	161	25
L3	84	25
L4	82	25
L5	95	25
L6	126	25
L7	80	25
M1	78	25
M2	158	25
M3	138	25
M4	79	25
M5	86	25
M6	95	25
N1	97	25
N2	108	25
N3	37	25
N4	109	25
N5	69	25
N6	21	25
N7	103	25

Leyenda: L: cuadra 1  
M: cuadra 2  
N: cuadra 3

**Gráfico N° 7**

**Resultado de los Análisis de las Muestras Tomadas de las Fachadas de las Viviendas**

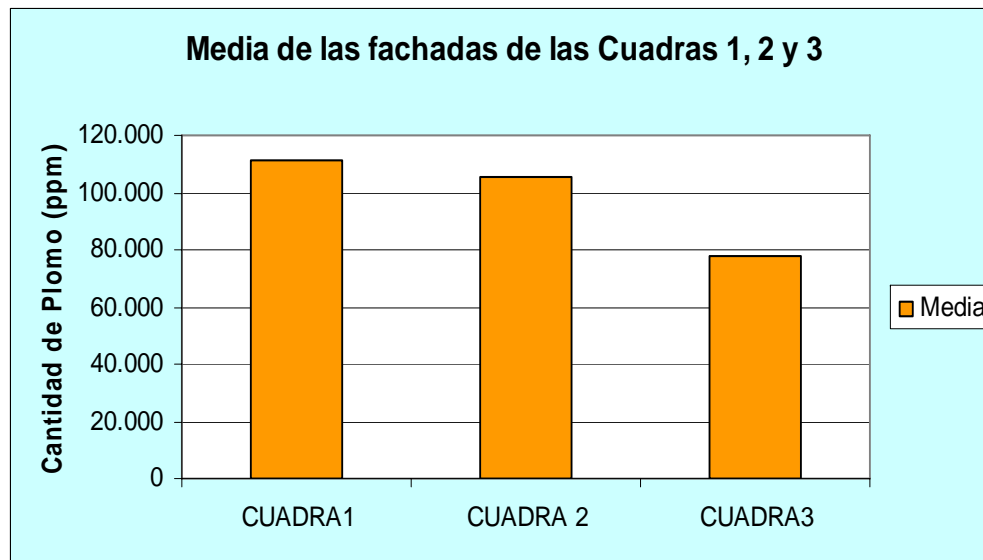


**Tabla N° 4:**

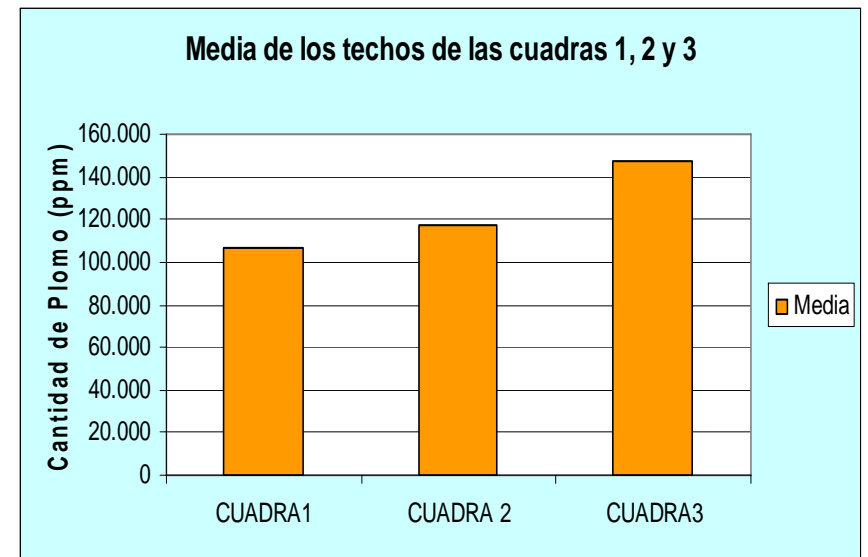
**Análisis de las Medias de las Muestras Tomadas a los Techos y Fachadas de las Viviendas**

	TECHO	FACHADA
CUADRA	Media	Media
CUADRA1	106.42	111.42
CUADRA 2	117.28	105.66
CUADRA3	147.00	77.71

**Gráfico N° 8**



**Gráfico N° 9**

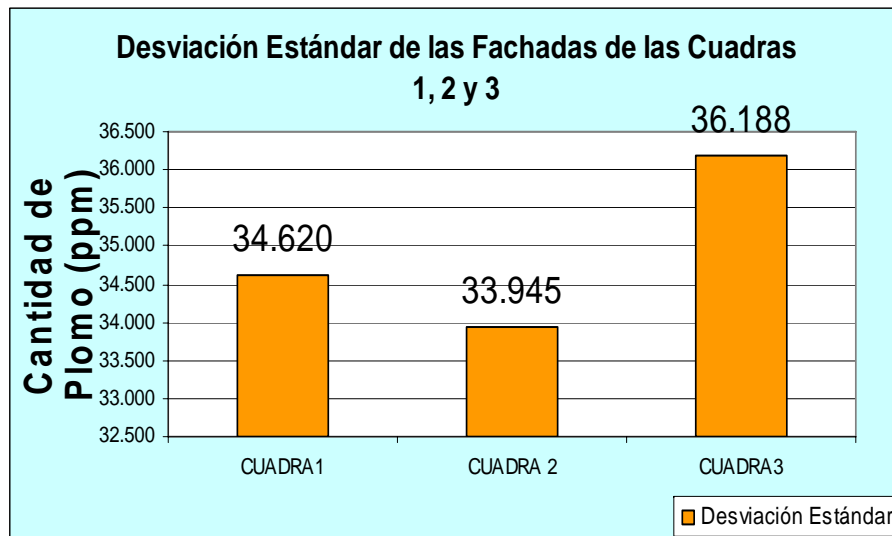


**Tabla N° 5**

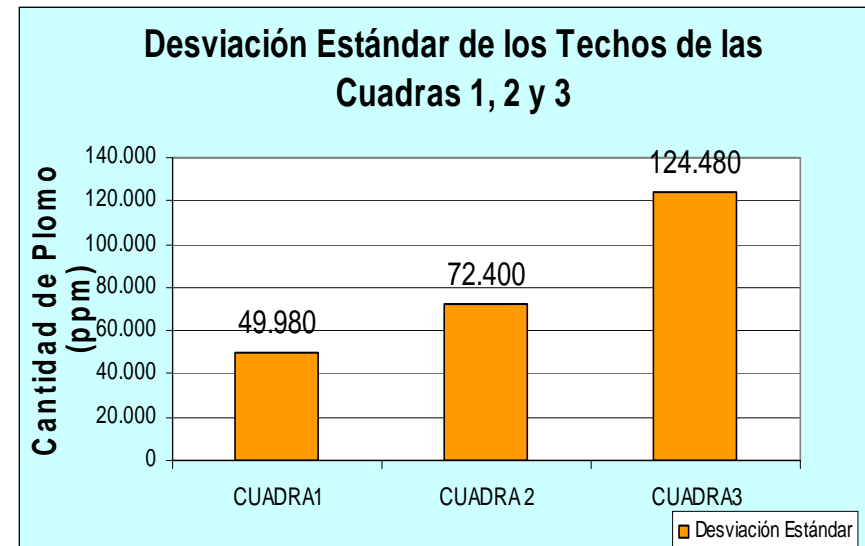
**Análisis de las Desviación Estándar de las Muestras Tomadas a los Techos y Fachadas de las Viviendas**

	TECHO		FACHADA	
CUADRA	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
CUADRA1	106.42	49.98	102.00	34.620
CUADRA 2	117.28	72.40	116.67	33.945
CUADRA3	147.00	124.48	77.71	36.188

**Gráfico N° 10**



**Gráfico N° 11**

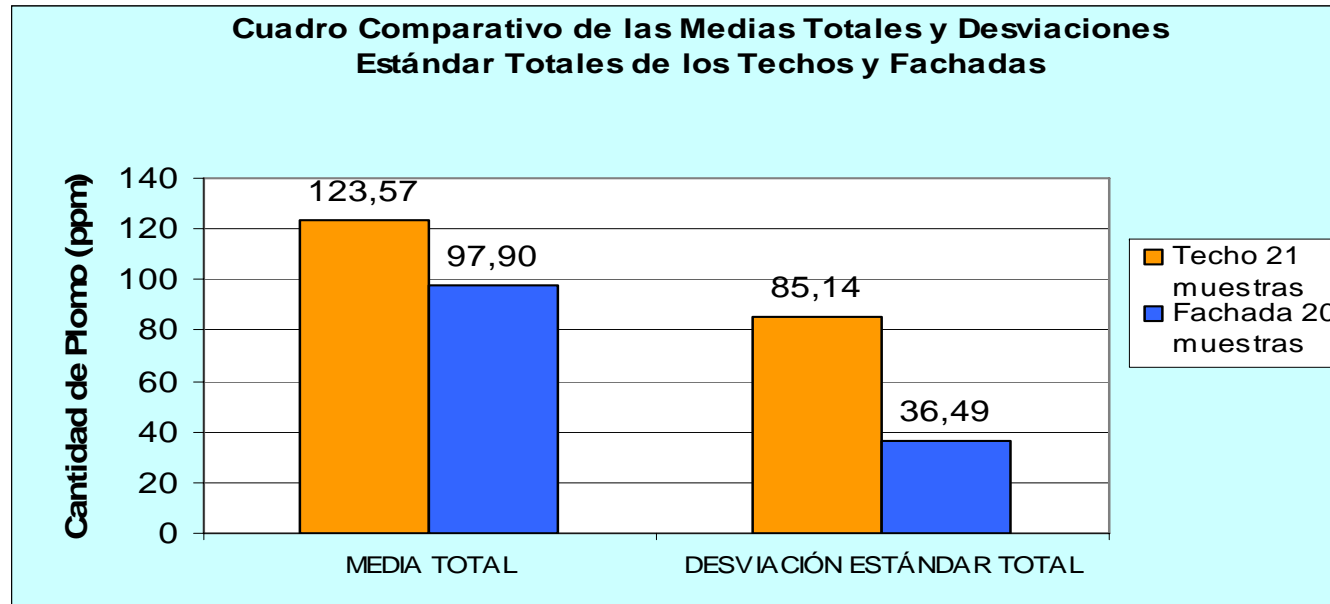


**Tabla N° 6**

**Resultados de los Análisis de las Medias y la Desviación Estándar de las muestras tomadas de los Techos y Fachadas de las Viviendas**

TOTAL DE CASAS	MEDIA TOTAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL
Techo 21 muestras	123,57	85,14
Fachada 20 muestras	97,90	36,49

**Gráfico N° 12**



## V. DISCUSION

Debido a los graves peligros que el Plomo ocasiona a la salud de las personas, se realizó el presente trabajo, el cual consistió en la determinación de plomo en suelos y techos de las casas en el Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña-Chaclacayo.

Luego de haberse tomado las muestras en el mencionado lugar, se obtuvieron resultados muy por encima del límite permisible dado por la OMS (25 mg/kg) para suelos. Se observó que hay un aumento en las concentraciones de Plomo en techo a medida que las casas se alejan de la zona industrial aledaña, ésto puede deberse principalmente a la dirección del viento del lugar.

En un estudio realizado por el Ministerio de Salud en Lima Metropolitana se reporta que la principal causa de contaminación atmosférica es el parque automotor, por la eliminación de Plomo por el tubo de escape de los vehículos.

Además, indica que la zona de Lima - Este es la más afectada con  $234 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (18).

La alta actividad de tránsito vehicular agregado al grupo de fábricas aledañas al Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña - Chaclacayo crea un ambiente inapropiado para la salud de la población, especialmente para los niños que son los más vulnerables a este tóxico.

Esta zona fue escogida debido a que los pobladores presentaron numerosos reclamos por las emanaciones de humo provocados por las fábricas aledañas, y muchos pobladores presentaban reacciones alérgicas.

Se debe indicar que las casas del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñaña - Chaclacayo se encuentran cercanas a la Carretera Central por la cual transitan numerosos vehículos los cuales pueden influir en la contaminación por Plomo. Además, debemos mencionar al viento como un factor que actúa directamente en el arrastre del Plomo, influyendo en la acumulación de Plomo en los techos y fachadas de las viviendas.

Por otro lado, puede existir variación entre los resultados de las muestras debido a que muchas viviendas limpian dos o tres veces por día sus viviendas mientras que otras en forma interdiaria.

Según la Tabla N° 6, las concentraciones máximas dadas por la OMS son de 25 ppm en suelos, y las encontradas fueron de 123,57 ppm en techos y 97,63 ppm en suelos (fachadas), lo cual indica un elevado grado de contaminación para los pobladores del Asentamiento Humano Cultura y Progreso del distrito de Ñana - Chaclacayo.

## **VI.- CONCLUSIONES**

En el presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- La concentración promedio de plomo en suelos es de 97,90 ppm, que sobrepasa a la concentración máxima establecida por la OMS que es de 25 ppm.
- 2.- La concentración promedio de plomo encontrada en techos es de 123,57 ppm.
- 3.- Las concentraciones de plomo en los suelos es mayor a medida que las casas se acercan a las fábricas.
- 4.- Las concentraciones de plomo en los techos es mayor a medida que las casas se alejan de las fábricas.



## **VII.- RECOMENDACIONES**

- 1.- Los resultados obtenidos del presente trabajo indican la presencia de elevadas concentraciones de plomo, por lo que se hace necesario un adecuado programa de información acerca de las consecuencias que causa la intoxicación por plomo.
- 2.- Es necesario hacer un monitoreo periódico de los niveles de plomo en suelo y techos de las viviendas.
- 3.- Dar charlas informativas a la población de dicho Asentamiento Humano acerca de las consecuencias causadas por la exposición al Plomo.
- 4.- Evaluar los parámetros bioquímicos y biológicos de los pobladores de dicho Asentamiento Humano para determinar el grado de intoxicación por Plomo.

## VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Bataller R, Toxicología Clínica. Editorial Romeo. Valencia. 2004: 171 – 177.
- 2.- Carreón T, López L, Romieu I, Manual de Procedimiento en la Toma de Muestras Biológicas y Ambientales para Determinar Niveles de Plomo. México 1995: 15-17.
- 3.- Cassarett and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons, Second Edition. Macmillan Publishing Co., Inc. Printed in the United State of America 1980: 415
- 4.- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud Ambiental. División de Salud y Ambiente. OPS, OMS. Introducción a la Toxicología Ambiental. Editora Dra. Lilia A. Albert.1997: 180.
- 5.- Contaminación por Plomo. Informe elaborado por la Comisión de Salud Ocupacional. Sindicato Médico del Uruguay. Miembro responsable: Dr. Franco Danza. 2007
- 6.- Chang R, College W, Química. 7ma Edición. Editorial McGraw – Hill. México – 2002: 971.
- 7.- Determinación de Cadmio y Plomo en Agua de Consumo Humano Directo. Br. Juana Maria Pérez Vásquez. Tesis para optar el titulo de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú 1994.
- 8.- Determinación de la concentración de plomo en suelos de lima metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental. Br. Nolasco Macollunco Gladis. Tesis para optar el titulo de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2001.
- 9.- Determinación de Niveles de Plomo en Escolares del Distrito de Comas. Br. Juan José García López, Br. Mirtha Carolina Mendoza Albis. Tesis para optar el titulo

de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú 1999.

- 10.- Gaztañaga C, Fuentes de plomo en Lima y Callao, Dirección General de Salud (DIGESA). Perú (1998-200).
- 11.- Gisbert J, Medicina Legal y Toxicología. 5ta Edición. Editorial Masson S.A. Barcelona 2001: 840.
- 12.- Goodman & Gilman, Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. Volumen II. Décima Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores 2003: 1874-1879.
- 13.- Katzung B, Farmacología Básica y Clínica. Editorial Romeo S.L., México. 2005: 957-1123.
- 14.- Klaassen C, Watkins J, Manual de Toxicología 5ta Edición. La Ciencia Básica de los Tóxicos. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores. México D.F. 2001: 883.
- 15.- Korc M, Guías para Plomo de la OMS, OPS/OMS-CEPIS. Perú 2001.
- 16.- Ladou J, Medicina Laboral y Ambiental. Editorial El Manual Moderno. México. 1999: 726 – 728.
- 17.- Millar T, Ciencia Ambiental. Preservemos la Tierra. 5ta Edición. Thomson Editores S.A. México 2002: 390.
- 18.- Ministerio de Salud, Estado de la Salud Respiratorio y Ambiental en Lima. Perú 2004.
- 19.- Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Plomo 1999:12-15

20.- Rang H. P., Dale M.M., Farmacología. 5ta Edición. Editorial El Sevier S.A. España–2004.

21.- Rev Cubana Hig Epidemiol vol.38 n.3 Ciudad de la Habana Sept.-Dec. 2000

### **Referencias Electrónicas:**

22.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Plomo> (Día de acceso: 04/02/2006)

23.- [http://healthsystem.virginia.edu/UVAHealth/adult\\_nontrauma\\_sp/lead.cfm](http://healthsystem.virginia.edu/UVAHealth/adult_nontrauma_sp/lead.cfm) (Día de acceso: 07.11.06)

24.- [http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/infoamb2\\_04.pdf](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/infoamb2_04.pdf) (Día de acceso: 07.11.06).

25.- [http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf\\_1845.pdf?CFID=1062018&CFTOKEN=27152315ad5886ac-35226497-7E93-35CB-86997C1C9A5C9833&jsessionid=8e301e6d7f6017207212](http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf_1845.pdf?CFID=1062018&CFTOKEN=27152315ad5886ac-35226497-7E93-35CB-86997C1C9A5C9833&jsessionid=8e301e6d7f6017207212) (Día de acceso: 15.08.08)

26.- [http://www3.doh.wa.gov/HERE/materials/PDFs/41\\_FoodSafe\\_S99H.pdf](http://www3.doh.wa.gov/HERE/materials/PDFs/41_FoodSafe_S99H.pdf) (Día de acceso: 19/02/08)

27.- <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/news/news092004-s.htm> (Día de acceso: 19/02/08)

28.- [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Ingenie/ubillus\\_lj/cap2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Ingenie/ubillus_lj/cap2.pdf) (Día de acceso: 24.06.08)

29.- <http://www.cepis.org.pe/bvsea/e/fulltext/plomo/seccion1.html> (Día de acceso: 24.06.08)